

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

ANNÉE 1929

THÈSE

N° 41

POUR

LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1929

Par Jacques SORNICLÉ

Né à Sully-sur-Loire (Loiret), le 18 Février 1905



SUR LA

PRODUCTION FROMAGÈRE

DE SAINT-BENOIT-SUR-LOIRE

JURY { *Président* : M. DESGREZ, professeur à la Faculté de Médecine.
 { *Assesleurs* : { M. NICOLAS } professeurs à l'Ecole
 { M. DECHAMBRE } Nationale Vétérinaire d'Alfort

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1929

SUR LA
PRODUCTION FROMAGÈRE
de Saint-Benoît-sur-Loire

Du même auteur

Urée sanguine et Eczéma chez le Chien (En collaboration avec
A. GENTY). — *Recueil de Médecine Vétérinaire de l'École d'Alfort*,
15 Janvier 1926.

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

ANNÉE 1929

THÈSE

N° 41

POUR

LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1929

Par Jacques SORNICLÉ

Né à Sully-sur-Loire (Loiret), le 18 Février 1905

SUR LA

PRODUCTION FROMAGÈRE

DE SAINT-BENOIT-SUR-LOIRE

JURY { *Président* : M. DESGREZ, professeur à la Faculté de Médecine.
 { *Assesseurs* : { M. NICOLAS } professeurs à l'Ecole
 { M. DECHAMBRE } Nationale Vétérinaire d'Alfort

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1929

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE

Directeur : M. E. NICOLAS

Professeurs honoraires : MM. G. BARRIER, Inspecteur général
honoraire des Ecoles Vétérinaires ; P.-J. CADIOT,

A. RAILLIET, H. VALLÉE.

PROFESSEURS ET CHARGÉS DE COURS

	MM.
Anatomie descriptive des animaux domestiques..	BRESSOU.
Physiologie, thérapeutique générale.....	MAIGNON.
Physique et Chimie médicales, toxicologie, pharmacie	NICOLAS.
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique ; Zoologie.....	HENRY.
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers, clinique ; sémiologie et propédeutique, jurisprudence.	ROBIN.
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnassiers, clinique ; anatomie chirurgicale, médecine opératoire et ferrure	COQUOT.
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique ; médecine opératoire, obstétrique	MOUSSU.
Pathologie générale et microbiologie, maladies microbiennes et police sanitaire, clinique..	PANISSET.
Histologie et embryologie, anatomie pathologique ; autopsies	PETIT.
Zootecnie et économie rurale	DECHAMBRE
Agronomie, botanique et hygiène ; matière médicale.....	DECHAMBRE et HENRY.
Industrie et contrôle des produits d'origine animale.	VERGE.

AGRÉGÉS

MM. LESBOUYRIES, VERGE.

CHEFS DE TRAVAUX

MM. DELMER.

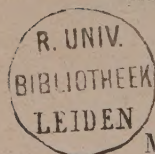
MM. MONVOISIN.

LESBOUYRIES.

MOUSSU (R.).

M. VERGE.

La Faculté de Médecine et l'Ecole Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.



A MES PARENTS,

A MA FEMME,

A MES AMIS,

A TOUS MES MAITRES
DE L'ECOLE D'ALFORT.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DESGREZ
de la Faculté de Médecine de Paris,
Membre de l'Institut,

*Qui nous a fait l'honneur de présider
le jury de notre thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR NICOLAS
Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,

*Avec l'expression de notre profonde
reconnaissance au Maître qui nous a tou-
jours témoigné sa bienveillance.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DECHAMBRE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,

*Hommage de notre grande estime et de
notre sincère reconnaissance.*

AVANT-PROPOS

Avant toute chose, nous devons adresser ici nos remerciements à tous ceux qui nous ont aidé et conseillé dans l'exécution de notre travail.

Nous tenons à marquer notre reconnaissance : à notre Maître, Monsieur le Professeur Nicolas, directeur de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort, qui, nous ayant attaché à son laboratoire, a bien voulu le mettre entièrement à notre disposition ;

A Monsieur P. Mazé, de l'Institut Pasteur, dont la parfaite connaissance des questions fromagères nous fut d'un grand secours, par les nombreuses directives qu'il nous donna ;

A Monsieur Monvoisin, chef de travaux de chimie à l'Ecole d'Alfort, qui nous initia aux méthodes du laboratoire et dont la grande pratique du lait nous valut de multiples et judicieux conseils.

A Monsieur Garnier, directeur d'école honoraire, secrétaire des associations agricoles de Saint-Benoît, de qui nous tenons tous les renseignements et documents historiques et statistiques concernant l'industrie fromagère de Saint-Benoît.

Et enfin à Madame Ruffier, fromagère avisée, qui n'hésita pas à nous fournir les matériaux nécessaires à notre étude et accepta d'expérimenter les améliorations à sa technique que cette étude nous avait suggérées.

A tous nous dédions ce modeste travail.

INTRODUCTION

La fabrication du fromage est un sujet qui, au premier abord, peut paraître fort éloigné des méditations et des justes préoccupations vétérinaires.

Le vulgaire va se demander avec étonnement quels rapports peuvent bien exister entre la coagulation du lait, la maturation du caillé et la réduction d'une dystocie obstétricale, opération prise ordinairement comme prototype du travail vétérinaire. Ce à quoi l'on pourrait aisément répondre que l'influence de l'accouchement sur la composition et sur les propriétés du lait n'est pas discutable, que des qualités du lait dépendent en partie celles du fromage et qu'il n'est pas prouvé que l'influence des dystocies n'influe pas sur la lactation. Mais ceci est une autre affaire et nous nous sommes placé à un point de vue tout différent.

La fromagerie est une industrie alimentaire dont la matière première, le lait, a une origine exclusivement animale.

Elle est donc comprise dans ce groupe si important d'industries qui utilisent des matériaux fournis soit par les productions des animaux, soit par leurs cadavres, et que, pour cette raison, on a pris l'habitude de désigner sous le nom d' « Industries animales ».

La science de ces industries, et, en la considérant plus particulièrement, celle de l'utilisation du lait et de ses produits dérivés, suppose un ensemble complexe de notions physiques, chimiques, biologiques, etc. Or, ces notions, qui forment la base de la connaissance de tout ce qui est vie animale, sont

professées dans les Ecoles vétérinaires, où elles forment, depuis toujours, la forte souche sur laquelle viennent se greffer la pathologie et l'hygiène.

Or, de même qu'un tronc peut porter plusieurs branches, de même, à côté de la pathologie, il est facile d'asseoir sur les mêmes connaissances, l'étude de l'utilisation des animaux en bonne santé. Une chaire créée récemment dans les Ecoles Vétérinaires, vient du reste consacrer ce fait si intéressant, et rassemblant ces notions, les synthétise en vue de cette application.

Pour une industrie, comme la fromagerie de Saint-Benoît, le problème qui se présente est double : il est technique et social. Le côté technique a été fort travaillé, et, s'il comporte encore d'inévitables lacunes, les résultats obtenus jusqu'ici permettent déjà de nombreuses applications pratiques. Il restait à les adapter au cas particulier envisagé ; c'est ce que nous avons tenté de faire, sans avoir la prétention d'y avoir réussi complètement.

Par contre, au point de vue social, le progrès a été presque nul. La production étant très morcelée, les améliorations techniques doivent toucher non pas un industriel averti et à l'affût de tous les progrès de sa technique, mais une foule de petits producteurs non spécialisés et dont l'instruction et les moyens ne permettent pas en général de suivre rapidement les découvertes scientifiques.

Pour que ces petits producteurs puissent profiter des améliorations techniques apportées à leur fabrication, il faut aller chez eux, leur porter le travail tout préparé, leur indiquer une façon de faire qu'ils n'aient qu'à suivre, sans avoir besoin de comprendre le mécanisme intime des phénomènes provoqués par leurs manipulations. Le vétérinaire, en contact quotidien avec sa clientèle, en qui l'on a généralement confiance, est bien placé pour répandre la bonne parole et indiquer les améliorations à apporter.

C'est presque un lieu commun de dire que le vétérinaire rural doit être au courant des choses de l'agriculture. L'énoncé de cette vérité est tellement évident qu'il paraît oiseux d'y insister. Mais ce qu'il faut considérer, c'est que ce savoir doit être spécialisé et adapté à la région où le praticien exerce. En effet, c'est de la production du pays qu'il aura à parler journellement avec ses clients et il est assez clair que les conseils donnés pour une production étrangère à la région seraient salive perdue.

De plus, lorsqu'il s'agit d'étudier une question avec quelques détails et d'une manière extra-livresque, il est bon d'avoir le sujet à portée, sous la main, de façon à pouvoir avec facilité observer, expérimenter, se documenter sur place.

Enfin, l'importance sans cesse grandissante de la production fromagère de Saint-Benoît est encore une des raisons qui nous ont incité au choix du sujet.

Les produits actuels sont fabriqués suivant des méthodes tout à fait rudimentaires. Il y aurait un grand intérêt économique pour le pays à améliorer la qualité de ses produits, ce qui n'est pas impossible, tout en employant des moyens relativement simples pour arriver à ce but.

Il n'est souvent guère plus difficile de fabriquer un bon produit qu'un médiocre et cela avec une dépense supplémentaire réduite au minimum.

Par contre, dans le commerce, les produits de haute qualité trouvent toujours un écoulement assuré, à des prix avantageux, ce qui est, en définitive, l'objectif que tout producteur doit chercher à atteindre.

Toutes ces raisons nous ont poussé à étudier la fabrication du fromage de Saint-Benoît et à réunir ensuite les documents recueillis.

Ce sont ces documents, groupés en une thèse, que nous avons l'honneur de présenter à notre Jury.

HISTORIQUE

La fabrication du fromage de Saint-Benoît semble bien être une industrie contemporaine. Le commerce de cette denrée, corrélatif du développement de sa fabrication et se traduisant par l'importance du marché aux fromages, apparaît, d'après les renseignements recueillis, comme d'institution assez récente.

Pourtant, il existait depuis fort longtemps un marché dans la ville de Saint-Benoît.

Au moyen âge, Saint-Benoît, avec son monastère, possédait une Université très fréquentée, où venait s'instruire une population d'étudiants, dont le nombre atteignit jusqu'à cinq mille.

La ville était alors plus importante qu'aujourd'hui, et il est certain que sous le règne de Charles le Chauve, au neuvième siècle, un marché y était déjà institué. En effet, dans un livre des « Miracles de Saint Benoît », datant de cette époque, on trouve le récit suivant : Un potier venu de Boiscommun-Nibelle pour le marché, ayant blasphémé contre le saint en étendant le poing vers la basilique, eut le bras tétanisé en cette position et on dut intervenir près du saint par des prières et la consommation d'un cierge gros comme le bras du blasphémateur pour faire cesser cet état de choses. Boiscommun-Nibelle étant distant d'une trentaine de kilomètres de Saint-Benoît, on peut juger, étant donné l'état des moyens de transport à cette époque, de l'importance du marché.

Sur un plan de la ville dessiné en 1645 et conservé à la mairie, on voit l'emplacement d'un marché qui occupait le lieu

de l'actuelle « Place du Martroi » et qui est désigné sous le nom de « Marché au bled », ce qui semble indiquer que cette céréale y était l'objet principal, sinon unique, des transactions.

Des documents municipaux de l'époque nous apprennent qu'en 1860, le marché, qui jusque-là était libre, fut à cette époque soumis à une réglementation, aggravée de taxes perçues suivant un tarif, le tout approuvé par arrêté préfectoral.

Jusqu'à ce moment, rien ne permet de penser que des fromages aient été vendus au marché ; au contraire, les renseignements recueillis près des anciens du pays, ainsi que ce que nous savons du régime agraire aux diverses époques de l'histoire, tout nous indique que l'industrie fromagère de Saint-Benoît est récente.

Après la Révolution, il existait sur le territoire de la commune trois ou quatre grandes fermes, possédées par des familles très riches. Chacune de ces exploitations comportait un cheptel assez nombreux de 25 à 30 ou 40 têtes de bovins.

Avec le lait de leurs vaches, ces grands propriétaires se livraient à la fabrication du beurre, qui offrait déjà à cette époque des débouchés commerciaux. Ce beurre était vendu au marché.

Une grande partie du territoire étant ainsi la propriété de quelques familles, le reste du terrain était très morcelé et se trouvait réparti entre un grand nombre de petits propriétaires, pour la plupart vigneronns. Lesdits, pour leur culture, avaient recours aux grandes fermes, car la plupart ne possédaient pas de cheval et tout leur bétail se composait d'une vache, quelquefois deux, rarement plus. Ces petits exploitants, utilisant le lait de leur vache, en faisaient des fromages.

On n'est pas renseigné sur l'origine de la fabrication et on ignore à quelle époque et par qui la technique en fut apportée.

Ce qui est intéressant, c'est le fait que, pendant longtemps, les fromages ainsi fabriqués ne donnèrent lieu qu'à un com-

merce tout local et presque négligeable, la plus grosse partie de la production étant consommée sur place par le fabricant et sa famille.

Enfin, vers 1830, se produisit l'intervention qui devait donner à l'industrie fromagère de Saint-Benoît l'impulsion qui lui manquait : l'ouverture de débouchés commerciaux. C'est,

en effet, à cette époque, que des revendeurs venus d'abord de Bourges, puis de Nevers et de Montargis, apparurent au marché de Saint-Benoît. Ils apportaient surtout des fruits, pommes, poires, etc., qu'ils trouvaient à échanger contre les fromages.

Vers 1860, les marchands venus d'Orléans achetèrent des fromages à Saint-Benoît, augmentant ainsi les débouchés et l'intensité des transactions.

Grâce au commerce, l'industrie fromagère ne cessa de progresser pour en arriver aux résultats considérables que l'on peut constater aujourd'hui. Jusqu'à présent, en effet, l'importance de la production du fromage à Saint-Benoît a subi une progression ascendante tout à fait remarquable et qui ne semble pas devoir s'arrêter.

Il est difficile de chiffrer la marche de cet accroissement, mais on peut en avoir une idée en considérant la variation du nombre de vaches laitières de la commune. Ce nombre est indiqué exactement par les statistiques provenant des divers recensements. C'est ainsi qu'on l'y voit passer de 458 en 1816 à 711 en 1858 et à 1200 en 1928. Et ces chiffres ne tiennent pas compte du nombre de laitières vivant sur le territoire des communes limitrophes et dont le lait a la même destination.

La fabrication n'est pas étroitement limitée à la commune de Saint-Benoît et son rayon s'étend d'une façon sensible aux communes voisines, dont les produits viennent grossir, au marché du jeudi, le nombre des fromages livrés au commerce.

Les productrices, car ce sont en général les femmes qui s'occupent à ce travail, apportent à ce marché hebdomadaire

leurs fromages, qui sont achetés par des marchands venus d'Orléans, de Montargis, de Nevers...

On peut estimer à 800.000 le nombre de fromage ainsi vendus par an.

PARTIE TECHNIQUE

Dans l'étude qui suit, nous nous sommes adressé à une seule fabrication. On peut reprocher à cette façon de faire sa particularité et estimer qu'il serait imprudent d'étendre les conclusions tirées de cette étude aux autres fabrications. Vu le peu de temps dont nous disposions et l'étendue considérable du sujet, nous avons préféré concentrer nos efforts sur un objet bien déterminé, de façon à avoir assez de chiffres et de résultats pour pouvoir conclure, quitte ensuite à étendre lesdites conclusions à d'autres fabrications, en en vérifiant l'exactitude à l'aide de quelques mesures de contrôle, dans chaque cas particulier.

Technique actuelle

La technique actuellement employée est la suivante :

L'opération a lieu le matin. On fait chauffer le lait de la traite du matin et on le mélange avec celui qui provient des traites de midi et du soir, de la veille. Ce dernier a été conservé dans la laiterie, au repos, et une certaine quantité de matière grasse est montée à la surface. Cette crème se mélange difficilement au lait et nuirait à la bonne marche de la coagulation ; aussi, on l'enlève en partie.

D'après les quantités respectives de lait de la veille et de lait frais, on chauffe ce dernier de façon que le mélange ait la température voulue. Cette température est appréciée à la main.

Sitôt les deux portions du lait mélangées, on verse dans la masse, en agitant, la quantité de présure liquide que l'habi-

tude a montrée nécessaire. Le lait ainsi emprésuré est immédiatement réparti dans des pots. Ces pots sont couverts et enveloppés d'une couverture, pour éviter un refroidissement trop rapide. On les laisse ainsi 48 heures. Au bout de ce temps, on emplit les moules avec une partie du caillé, qu'on évite de trop briser, le reste étant laissé dans les pots.

Le soir, c'est-à-dire 10 à 12 heures après, on remplit les moules, qui se sont en partie vidés par égouttage, avec le caillé réservé à cet effet et on les retourne, de façon que la nouvelle couche se trouve à la face inférieure. Le lendemain matin, le caillé qui s'est égoutté pendant la nuit est démoulé et les pains ainsi obtenus sont placés sur les planchettes à sécher.

Au moment du démoulage, les fromages sont salés. Le salage se fait à la main, successivement sur les deux faces. La quantité de sel employée est assez forte : 40 à 50 grammes pour un fromage qui, fabriqué de cette façon, a nécessité trois litres de lait environ.

A ce moment, le fromage est mis au séchoir, où il reste deux jours, étant retourné matin et soir. Pendant la belle saison, on utilise un séchoir placé en plein air et qui se compose d'une vaste caisse, dont les faces latérales sont garnies de toile métallique garantissant le produit contre les mouches. Les fromages y sont posés sur des paillons, qui permettent à l'air d'accéder facilement sur toutes les faces. Lorsque la température est trop basse, les fromages sont laissés dans un endroit abrité dans la laiterie.

Au sortir du séchoir, les fromages sont destinés à moisir. Pour que le développement de la moisissure se fasse, ils sont disposés sur une étagère à claire-voie. En été, cette étagère est placée dans la laiterie ; mais, en hiver, à cause de la température trop basse, elle est mise dans l'étable, à l'intérieur d'une grande caisse en bois pendue au plafond. La température douce de l'étable permet à la moisissure de se développer avec une vitesse normale.

Au bout d'une quinzaine de jours, les fromages sont bons à livrer au marchand. Comme la livraison n'a lieu que tous les huit jours, on livre à la fois des fromages bien moisés et d'autres sur lesquels un fin duvet commence seulement à apparaître.

Cette technique étant connue, la question qui se posait était de savoir quels en étaient les points à étudier, ceux dont dépendent la qualité et les autres caractéristiques du produit. Il fallait en outre s'efforcer de percevoir les phénomènes provoqués par la mise en œuvre de ce procédé particulier de fabrication, afin de pouvoir en faire la critique et proposer des améliorations sur les points défectueux.

MISE AU POINT

Les travaux des savants, qui se sont occupés de fromagerie, permettent d'expliquer la majeure partie des phénomènes intéressants dans cet ordre d'idées et de fixer les facteurs qui sont les variables dont la qualité du fromage est la fonction.

Mazé a publié, en 1910, une excellente mise au point de la question, où les phénomènes fondamentaux, qui se produisent lors de la fabrication, sont clairement expliqués.

Coagulation du lait et égouttage du caillé

La coagulation du lait et l'égouttage du caillé ont pour but de séparer l'extrait insoluble du lait du sérum où il est en suspension.

Ces deux opérations ont, en somme, le même but et elles doivent être conduites de façon à laisser dans le caillé la quantité optimum de sérum. Cette quantité est celle qui conditionne la marche des fermentations reconnue la meilleure. Un excès d'humidité est fort nuisible et les fromagers, qui le savent bien, cherchent à le corriger. Ils emploient pour cela deux moyens, le salage et le séchage.

Action du sel. — Le sel, en effet, rétracte le caillé et fait exsuder le sérum, mais il a l'inconvénient de changer le goût du produit. En outre, il modifie profondément la composition de la flore du fromage, en entravant le développement de certaines espèces, à l'avantage de celles qui résistent bien au sel.

Action du séchage. — Le séchage permet bien d'arriver au degré d'humidité voulu, mais il n'enlève que l'eau du caillé ; il y laisse le lactose qui s'y trouve en quantité surabondante, d'où résulte un développement exubérant des champignons.

Lorsque le sucre est épuisé, ces champignons, pour se nourrir, attaquent la caséine et la matière grasse, au grand dommage de la qualité du produit.

« La coagulation et l'égouttage doivent évacuer le sérum dans une proportion fixée, non seulement par la quantité d'eau qui convient à la marche des fermentations, mais aussi par la quantité de sucre que le caillé doit retenir. »

Une fois le caillé égoutté, on ne possède donc que des moyens de fortune pour agir sur lui et il y aurait intérêt, pour la constance des qualités du fromage, à obtenir un caillé toujours identique et dont la proportion d'eau n'aurait plus à varier sensiblement.

Le problème revient donc à obtenir un égouttage toujours semblable. Or, trois facteurs agissent sur l'égouttage. Ce sont :

La présure ;

La température ;

L'acidité du lait.

1. — Influence de la présure

Si l'on additionne du lait frais, privé de microbes, d'une quantité suffisante de présure pour le coaguler en une heure, à la température de 30°, on obtient un caillé qui possède des qualités bien déterminées : mis dans un moule, ce caillé ne s'égoutte pas. Au bout d'un certain temps, il exprime bien

son sérum par rétraction, mais ce phénomène se produit lentement et le caillé retient toujours trop de sérum.

La présure détermine la prise en masse du lait et la formation d'un bloc cohérent et compact de caséo-phosphate de chaux englobant la matière grasse, occupant tout le volume du liquide et peu ou lentement rétractile. La présure, par son lab-ferment (chymosine), insolubilise le complexe caséinate de chaux-phosphate de chaux, sous sa forme originelle, par un mécanisme non éclairci.

2. — Influence de l'Acidité

L'acidité d'un lait frais amicrobien, ou qui n'a pas encore fermenté, tient au caséinogène (caséinate de calcium) et à certains sels (phosphates acides). Mais le lait, qui s'ensemence dès sa récolte en microbes divers et notamment en ferments lactiques, s'il ne l'est déjà au moment de la traite, subit des transformations, se charge en acide lactique par transformation de son lactose, et cela d'autant plus rapidement que la température ambiante est plus favorable. L'acide lactique commence par saturer le calcium du caséinogène, transforme le phosphate et le citrate de calcium en sels acides et, lorsqu'il est en quantité suffisante, précipite la caséine insoluble, rompant par ce processus de nature chimique, l'équilibre colloïdal du lait pour donner ainsi naissance à un caillé de constitution différente de celui qui résulte de l'action de la présure. Quoi qu'il en soit, l'acidité que le lait a acquise, sous l'action des ferments lactiques, favorise l'action de la présure lors de la coagulation. Il faut bien remarquer que lorsqu'on s'attache à régler l'acidité à un degré convenable, lors de la mise en présure, c'est la quantité de ferments lactiques qu'on a en vue. La mesure de l'acidité du lait est le moyen le plus pratique et le plus sûr pour déterminer cette quantité. Cette notion est très importante, car si le caillé obtenu par la coagu-

lation du lait au moyen d'un acide (acide lactique, par exemple), α, du point de vue de sa constitution, de son aspect, les caractères du fromage, du point de vue gustatif, il en diffère profondément.

Les qualités gustatives du fromage sont données par les ferments lactiques, qui provoquent la formation d'un caillé présentant des propriétés spéciales.

Le caillé de fermentation lactique est constitué de flocons très fins qui se déposent au fond du récipient contenant le lait. Si on le jette sur un filtre, ce caillé s'égoutte très vite et complètement. Il retient très peu d'eau et, par conséquent, très peu de lactose, trop peu même pour alimenter convenablement les champignons superficiels ; les fromages s'affinent mal. Les propriétés de ce caillé sont donc à l'opposé de celles du caillé de présure.

3. — Influence de la température

La température à laquelle se fait la mise en présure joue un rôle important. On emploie généralement une température voisine de 30°, mais cette température doit varier avec l'acidité du lait et en sens inverse.

L'action de la présure dépend aussi de la température et le refroidissement du caillé dans les moules modifie par la suite la part que la présure prend à l'égouttage.

On se trouve donc, dans le cas d'une fabrication déterminée, en présence de trois constantes. Deux d'entre elles sont faciles à déterminer et à régler, ce sont la quantité de présure et la température d'emprésurage.

On peut également agir sur la troisième, l'acidité, mais moins facilement. Si elle est trop faible, l'emploi de levains la renforcera ; si elle est trop forte, donc s'il y a trop de ferments lactiques, un chauffage approprié ne la diminuera pas, mais réduira le nombre de ces derniers, et, par suite, leur activité

ultérieure. Et c'est ce qui importe surtout en vue de la maturation que le produit devra subir.

Pour fixer l'acidité optimum, il n'y aura qu'à prendre une fabrication où les produits sont reconnus de bonne qualité et à déterminer l'acidité du lait lors de la mise en présure. Mais il faudra se méfier des correctifs, salage et séchage, que les fromagers savent manier judicieusement.

La durée de l'égouttage est le facteur qui renseigne le mieux sur l'état du lait à l'emprésurage et la qualité du caillé qu'il donne. Ce facteur, ramené à sa cause initiale, traduit surtout la teneur du lait en ferments lactiques et, dès lors, il est possible de compléter sa signification par la détermination de l'acidité du petit-lait qui s'égoutte du caillé.

On peut ainsi obtenir pour chaque fabrication une courbe donnant l'acidité en fonction du temps, courbe qui va caractériser la fabrication.

Le problème revient alors à introduire dans le lait la quantité de levain la plus propre à permettre d'obtenir la courbe qui caractérise une fabrication irréprochable.

Nous pouvons conclure avec Mazé :

« En résumé, la fabrication des fromages à pâte molle débute par la fermentation lactique, mais cette fermentation ne doit pas être laissée au hasard ; il est nécessaire de la régler rigoureusement et surtout d'assurer sa pureté. La première condition est facile à réaliser. Quant on parvient à la fixer et à partir toujours de la même acidité, on peut déterminer aussi avec précision la quantité de présure et la température de coagulation, si bien que la prise du caillé et l'égouttage, assurés par les actions simultanées de trois constantes, évoluent avec une régularité mathématique. »

Evolution des ferments

Lorsque le caillé est salé et ressuyé, on le porte au haloir. Il possède alors une odeur de beurre frais qui montre que la

fermentation lactique seule s'est développée. Cette odeur persiste deux jours environ. Passé ce délai, on peut constater une odeur de pomme, en même temps que la surface du fromage blanchit et se recouvre d'un enduit gras au toucher, dû au développement de mycodermes, parmi lesquels le *mycoderma vini* se trouve certainement.

L'oïdium se développe en même temps que les mycodermes, mais plus lentement. Il ne doit pas devenir apparent avant la moisissure qui commence à apparaître vers le sixième ou septième jour. A partir de ce moment, les odeurs éthérées disparaissent pour faire place à une légère odeur de moisi.

Lorsque la moisissure recouvre le fromage d'une légère couche duveteuse, l'oïdium devient visible par les plissements qu'il forme à sa base. Ce plissé doit rester adhérent et faire corps avec la pâte.

La flore du caillé acide est constituée, mais déjà les ferments alcalinisants viennent se joindre aux champignons et la membrane superficielle présente vers les neuvième ou dixième jour une réaction alcaline. Cette réaction modifie l'odeur de moisi et la transforme en odeur de fromage affiné.

Les ferments du rouge (dont les plus connus sont le *Bacillus Firmitatis* et le *Micrococcus Meldensis* de Roger) apparaissent presque en même temps que les ferments comburants. Leur développement est possible parce que plusieurs espèces poussent en présence d'une faible acidité et aussi que la peau du fromage devient vite alcaline et que l'atmosphère des caves d'affinage est ammoniacale.

Dans les couches superficielles, il y a formation de lactates, lesquels sont brûlés par les champignons qui détruisent ces corps nuisibles à la qualité du fromage. Ces mêmes champignons attaquent la caséine et la peptonisent partiellement. Or, les ferments du rouge, préférant la matière protéique dégradée, font disparaître les corps ainsi formés. Il se constitue de cette façon une association microbienne qui concourt à la

transformation de la substance et au développement de l'arôme spécial et agréable du fromage.

Lorsque le travail utile est accompli, les actions ne s'en poursuivent pas moins. Il se produit des modifications profondes de la caséine et des graisses. Les champignons sont les plus redoutables à ce point de vue. Lorsque leur rôle est terminé, ils doivent disparaître. Les ferments du rouge sont chargés de les détruire. Le *Penicillium* est le plus résistant, mais il apparaît sur un terrain déjà occupé et, en même temps que lui, l'oïdium se développe et l'empêche de devenir envahissant. L'oïdium n'est pas à craindre, car il ne se développe qu'en milieu acide et, dès que l'acide lactique est détruit et que l'ammoniaque reste libre, il périt.

Dans un fromage affiné, les ferments lactiques sont réduits à leur rôle caséolytique et les ferments du rouge sont seuls vivants.

APPLICATION AU FROMAGE DE SAINT-BENOIT

Nous avons vu qu'au début de la fabrication, trois facteurs réglaient l'égouttage et, par suite, toute l'existence du fromage. Nous avons déterminé ces trois facteurs.

1. — Température

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le lait du matin seul est chauffé et mélangé au lait de la veille. La température du mélange étant appréciée à la main, nous avons pensé qu'elle devait présenter des variations assez notables et nous avons pris cette température un assez grand nombre de fois, pour avoir une idée de ces variations. Nous avons pris en même temps la température de la laiterie, où les fromages sont mis à moisir jusqu'à leur livraison.

La moyenne des résultats nous a donné : pour le lait, 27°, avec des limites de 25° à 30°, et pour la laiterie 14°5, avec des variations assez étendues suivant les saisons, la température pouvant descendre vers 5° à 6° en hiver.

La température du lait à l'emprésurage est donc assez variable, mais en général inférieure à 30°.

2. — Emprésurage

La présure employée pour la coagulation du lait n'est pas titrée ; cependant, ce facteur subit relativement peu de variations, car la proportion de présure ajoutée au lait est toujours à peu près la même. Le temps nécessaire à la coagulation n'est pas absolument constant. Un certain nombre d'observations nous ont donné une moyenne de deux heures, avec des variations pouvant atteindre un quart d'heure en plus ou en moins.

3. — Acidité

Le troisième facteur, l'acidité, est le plus important à considérer. Nous avons observé l'acidité pendant toute la fabrication, sur le sérum qui s'égoutte des fromages. Les prélèvements ont été effectués chaque jour, le matin. La plupart du temps, les sérums (et le premier jour, le lait avant l'emprésurage) ont été conservés pour l'analyse, à l'aide d'une petite quantité de chlorure mercurique (sublimé corrosif).

M. P. Grélot a montré les avantages de ce conservateur pour le lait destiné à l'analyse. Ses conclusions sont que le chlorure mercurique peut être employé pour cet usage, à la dose de 0 gr. 20 pour 1 litre de lait. Après quelques jours de contact, on observe au fond des flacons un très léger dépôt de mercure métallique, ce qui ne gêne en rien l'analyse. Malgré cette réduction, au bout de neuf jours, l'augmentation d'acidité ne correspond même pas à 2/10° de c.c. de potasse décimorale

(en opérant sur 25 c.c. de lait). Ces résultats avaient été obtenus pour le lait. Comme les sérums ont une acidité beaucoup plus forte, nous avons cru bon d'effectuer quelques vérifications dans ce cas spécial, lesquelles nous ont montré que le procédé était applicable sans erreur appréciable pour une durée d'une dizaine de jours.

Les titrages d'acidité ont été faits à l'aide d'une solution de soude ou de potasse.

« On mesure 10, 50 ou 100 centimètres cubes de lait, que l'on place dans un verre et que l'on additionne de III gouttes de solution alcoolique de phénolphthaléine à 1 % pour 10 centimètres cubes de liquide. Ce lait, non dilué et additionné de phénolphthaléine, reçoit goutte à goutte, tout en étant continuellement agité, la liqueur alcaline contenue dans une burette graduée. On continue les additions jusqu'à ce que le lait présente une légère teinte rosée ; il est prudent, pour juger du moment où la coloration apparaît, de placer près de soi un verre renfermant le même lait. Il est indiqué également d'aller aussi vite que possible, l'acide carbonique de l'air intervenant pour produire la décoloration de la phénolphthaléine. Pour la commodité des calculs, on emploie ordinairement, en France, des solutions alcalines préparées avec 4 gr. 44 NaOH ou 6 gr. 22 KOH au litre. Un litre de ces solutions sature exactement un litre de solution lactique renfermant 10 gr. d'acide, et, par suite, chaque centimètre cube équivaut à 10 milligrammes d'acide lactique. » (Monvoisin).

Nous avons ainsi obtenu la courbe d'acidité de la fabrication à diverses époques de l'année. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant, où les acidités sont exprimées en grammes d'acide lactique par litre.

Ce qui frappe au premier abord, c'est la variabilité assez grande du taux d'acidité du lait au moment de l'emprésurage, ainsi que son degré assez élevé. Cette forte acidité, indiquant une teneur élevée du lait en ferments lactique, est sous la

TABLEAU I

Date du 1 ^{er} jour...	1 ^{er} Jour	2 ^e Jour	3 ^e Jour	4 ^e Jour	5 ^e Jour
26 Décembre	4,6	»	7,1	6,6	4,3
26 Février	5,9	8,3	8,7	4,3	4,4
4 Mars	4,9	11,4	7,1	4,4	4,9
11 Mars	3,5	6	7,4	4,8	4,4
18 Mars	5,3	8,8	7,8	3,7	4,2
25 Mars	6,1	7,7	7,1	5,6	5,2
2 Avril	8,7	11,1	7,9	7,4	7
8 Avril	6,7	7,1	8,5	8,7	8,3
15 Avril	4,7	7,7	8,9	7,8	4,4
22 Avril	8,8	8,4	10,5	10,2	4,8
29 Avril	»	10,8	11	11	4,7
6 Mai	5,9	7,5	5,7	5,4	5,4
13 Mai	5,7	13,8	14	5,5	4,4
27 Mai	3,2	9,6	»	5,9	»
3 Juin	5,3	8	8,9	5,5	6,2
10 Juin	4,5	8,4	5,7	»	4
15 Août	6,9	9,3	5,3	5,2	5,2
26 Août	3,4	9,6	6,6	6,3	4
15 Septembre	4,4	10	8,5	6	5,9
7 Octobre	6	6,2	6,4	5,1	4

Acidité du lactosérum pendant l'égouttage.

dépendance de la température ambiante et aussi des soins apportés à la récolte du lait, laquelle, il faut bien l'avouer, est rarement faite suivant les règles hygiéniques nécessaires.

Un phénomène assez remarquable et qui ressort nettement du tableau, est la diminution du taux d'acidité vers la fin de l'égouttage. L'acidité croît d'abord, puis, le troisième ou le quatrième jour, subit une diminution, parfois considérable.

Nous avons commencé à tenter de rechercher l'explication de ce phénomène ; malheureusement, le manque de temps nous a empêché de terminer cette étude et le problème reste irrésolu.

Nous allons donc exposer seulement les quelques recherches que nous avons faites à ce sujet. Celles-ci se réduisent à deux séries d'observations :

1° Sur l'évolution du taux d'acidité des sérums prélevés aux différentes périodes de l'égouttage et conservés à la même température.

2° Le dosage du lactose dans le sérum pendant l'égouttage, afin d'avoir une idée de la marche de la fermentation lactique, d'après la quantité de sucre consommé.

1° Les sérums ont été conservés à la température du laboratoire, soit 15 à 16 degrés, et les résultats ont été les suivants, l'acidité étant exprimée en grammes d'acide lactique par litre :

2° Le dosage du lactose a été effectué par réduction de la liqueur de Fehling titrée. Le lacto-sérum était déféqué à l'aide d'une solution d'azotate mercurique à 40 %, suivant la méthode classique de Patin et Dufau :

« Dix centimètres cubes de lait sont additionnés de un centimètre cube de la solution d'azotate mercurique ; on agite pour bien mélanger et on ajoute par petites portions 50 centimètres cubes d'eau distillée environ. On verse ensuite une solution étendue de soude en agitant et en prenant après chaque addition la réaction par une touche au papier de tournesol sensible. On dilue ensuite en faisant un volume connu.

« Il est préférable de laisser au liquide une très légère acidité. On complète ensuite à 100 centimètres cubes avec de l'eau distillée. On jette sur un filtre à plis et on obtient un filtrat

absolument incolore, mais qui renferme encore un peu de sel mercurique en solution.

TABLEAU II

OBSERVATION I

	Lait	Sérum du 2 ^e jour	Sérum du 3 ^e jour	Sérum du 4 ^e jour	Sérum du 5 ^e jour
1 ^{er} Jour	5,3	»	»	»	»
2 ^e Jour	»	8,5	»	»	»
3 ^e Jour	»	»	8,9	»	»
4 ^e Jour	»	»	»	6,2	»
5 ^e Jour	»	»	»	»	5,5
6 ^e Jour	7,7	8,6	8,8	9,1	5,4
7 ^e Jour	6,7	8,7	9,4	10,2	5,1
9 ^e Jour	7,7	11	10,7	11	5,2
12 ^e Jour	9,6	11,5	12,1	16,4	5,1
15 ^e Jour	»	11,9	12,3	17	5,2

OBSERVATION II

1 ^{er} Jour	6	»	»	»	»
2 ^e Jour	6,5	6,2	»	»	»
3 ^e Jour	7,2	7,3	6,4	»	»
4 ^e Jour	7,9	7,9	6,9	4	»
5 ^e Jour	7,9	8,6	7,1	4,3	4,7
10 ^e Jour	8,4	9,1	8,6	4,3	4,6
13 ^e Jour	9,6	10,5	10,8	4,3	4,8
16 ^e Jour	»	13	13,4	4,3	5,1

Variations de l'acidité des lactosérums des différents jours de l'égouttage.

« L'alcali de la liqueur cupro-potassique précipiterait le mercure et le précipité formé gênerait pour apprécier la fin de la réaction. Il est indiqué de déplacer le mercure au moyen de la poudre de zinc. A cet effet, le liquide est additionné d'environ un à deux grammes de poudre de zinc très fine et on agite énergiquement à plusieurs reprises.

« Après quinze minutes de contact, on verse sur filtre à plis et on obtient un liquide parfaitement limpide. Le zinc qu'il renferme sera précipité, mais redissous immédiatement par la potasse et la soude de la liqueur de Fehling : par conséquent, il ne gênera pas pour apprécier la disparition de la coloration bleue. »

« Pour faire le dosage, on utilisera la solution limpide obtenue par le procédé précédent. » (Monvoisin).

Les résultats obtenus sont les suivants : ils sont exprimés en grammes de lactose hydraté par litre.

TABLEAU III

OBSERVATION I					
	1 ^{er} jour de fabrication	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour
Acidité	»	10,8	11	11	4,7
Lactose	»	42	41,54	41,54	32,23
OBSERVATION II					
	1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour
Acidité	8,8	10,5	10,2	8,4	4,8
Lactose	45,6	43,5	43,3	43,3	33,7

Que peut-on conclure de ces quelques résultats ? Peu de choses, à coup sûr. Les dosages de lactose montrent que celui-ci continue à être consommé jusqu'à la fin de l'égouttage. Il n'y a donc pas arrêt de la fermentation lactique ; au contraire, l'acidité du milieu devenant moins forte, les microbes lactiques se trouvent suractivés, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, car on sait que la fermentation lactique s'arrête à partir d'un taux déterminé d'acide formé, pour repartir après neutralisation, partielle ou totale.

Le premier groupé d'observations montre que le sérum recueilli à la fin de l'égouttage ne subit pas ultérieurement de modification notable d'acidité, alors que celui des premiers jours voit son acidité augmenter régulièrement.

Il semble qu'il y ait dans le premier cas quelque micro-organisme qui brûle ou neutralise l'acide lactique formé. Les recherches microbiologiques entreprises sur ce point n'ayant pas été poussées assez loin, faute de temps, n'ont donné aucun résultat digne d'être retenu.

PRODUIT OBTENU

La technique étant connue, ainsi que divers points importants, il était intéressant de rechercher et de noter les caractères du produit obtenu par son application. Ces différentes propriétés varient sans cesse, mais le moment qui nous a paru le plus intéressant pour leur étude est celui où les fromages sont livrés au commerce. En effet, à ce moment, le rôle du fabricant est terminé et le fromage va passer en d'autres mains. De plus, donnant alors lieu à une opération commerciale, c'est d'après son aspect macroscopique que le fromage est jugé, estimé et payé, ce qu'il ne faut jamais perdre de vue.

Aspect macroscopique

Au marché, le fromage moisi se présente sous la forme

d'un cylindre, d'un diamètre de 12 à 15 centimètres et d'une épaisseur de 3 à 5 centimètres, donc assez volumineux. Le poids en est à ce moment de 500 à 550 grammes.

Certains fabricants livrent leurs fromages avant l'apparition de la moisissure, lorsqu'ils sont égouttés. Les chiffres donnés pour le fromage moisi doivent être, dans ce cas, augmentés légèrement, à cause de la quantité d'eau supplémentaire qui se trouve dans ces fromages frais.

Analyse chimique

L'analyse chimique est susceptible de nous donner des renseignements utiles. Il aurait pu être intéressant de rechercher les corps sapides formés, de mesurer le coefficient de maturation, etc. Mais ces recherches sont complexes. De plus, en l'état actuel de l'avancement de ces questions, l'intérêt pratique de leur connaissance est très discutable et n'apparaît guère. Or, nous avons voulu ici faire surtout un travail pratique et qui pût avoir quelque utilité ; aussi, nous sommes-nous limité à des recherches ayant un but immédiatement utile et mettant en œuvre des techniques très simples, et nous nous sommes borné à déterminer :

1° La teneur en eau ;

2° La teneur en matière grasse ;

3° La teneur en chlorure de sodium,

des produits examinés.

Les deux premiers facteurs sont importants à connaître, en ce qu'ils mesurent la valeur alimentaire et commerciale du produit. Quant au troisième, on sait que la teneur en chlorure de sodium retentit non seulement sur la sapidité, mais exerce encore une influence très marquée sur la maturation.

Ces trois ordres de recherches ont donc un intérêt immédiat et ils ont comme autre avantage de pouvoir être déterminés sans opérations compliquées.

Techniques employées. — Les manipulations ont été effec-

tuées sur le fromage débarrassé de sa couche de moisissures, qui se détache assez facilement. Quatre tranches de volume égal sont prélevées dans deux azimuts rectangulaires, mélangées et malaxées soigneusement. Les prises sont faites sur cette pâte.

1° *Extrait sec.* — Dans une capsule de platine ou de nickel, on pèse exactement environ 5 grammes de fromage. On porte à l'étuve à 105 degrés pendant une dizaine d'heures. On laisse refroidir dans un dessiccateur à acide sulfurique et on pèse. Pour la détermination de l'extrait sec du fromage, il n'existe pas, comme pour le lait, de convention précise ; or, pour le fromage comme pour le lait, la dessiccation n'est jamais terminée. Nous avons maintenu sur échantillon à l'étuve à 105 degrés pendant 10 jours et le dixième jour, son poids avait encore diminué, d'une façon appréciable, quoique légèrement. Dans un autre essai, les pesées effectuées à la neuvième et à la quatorzième heure ont donné les résultats suivants :

Début.	Tare = capsule + fromage + 18 gr. 6454
Neuvième heure.	Tare = capsule + m. sèche + 23 gr. 1588
Quatorzième heure.	Tare = capsule + m. sèche + 23 gr. 1770

Soit ε l'erreur relative commise sur la quantité d'eau en pesant à la neuvième heure au lieu de peser à la quatorzième.

On aura :

$$\varepsilon = \frac{0,0182}{4,5316} < 0,5 \%$$

erreur négligeable dans une mesure analogue à celles qui nous occupent.

L'essentiel est d'opérer dans des conditions de temps toujours à peu près les mêmes, mais on voit qu'après une dizaine d'heures de dessiccation, la marge est assez grande.

2° *Matière grasse.* — Nous avons employé la méthode d'extraction continue de Soxhlet et l'appareil de Kumagawa-Suto.

L'extrait sec de 5 grammes de fromage est pesé, puis détaché

de la capsule à l'aide d'une petite quantité de sulfate de soude anhydre et placé dans une cartouche spéciale, « mise ensuite dans un tube à extraction de Soxhlet de 60 centimètres cubes ; le vase qui contenait l'extrait est ensuite lavé à deux ou trois reprises avec de l'éther... et les liquides de lavage sont versés dans le ballon, qui contient déjà environ 50 centimètres cubes du même dissolvant. »

« On poursuit l'extraction au bain-marie pendant trois à cinq heures. » On soumet la solution éthérée à l'évaporation et la dessiccation de la matière grasse est parachevée par un séjour à l'étuve à 103 degrés. Le résidu est pesé. (Monvoisin.)

Le chauffage de la matière grasse à l'étuve à 103 degrés ne présente aucun inconvénient. Grossfeld a montré que la matière grasse du fromage pouvait être chauffée à 110-115 degrés sans perdre une partie appréciable de son poids.

Comme on a pesé l'extrait sec, il est facile de calculer le pourcentage de matière grasse par rapport à la matière sèche.

3° *Chlorure de sodium*. — La technique de détermination quantitative du chlorure de sodium comporte, comme dans les cas de ce genre, deux phases : On commence par faire les cendres. « L'extrait provenant » d'un poids connu de fromage « est calciné légèrement dans la capsule de platine tarée, où l'évaporation a été faite. On reprend par une petite quantité d'eau chaude que l'on sépare du charbon par décantation ou par filtration sur un filtre sans cendres. On dessèche lentement le charbon en promenant la flamme du bec Bunsen sous la capsule, puis on calcine à nouveau un peu plus fortement que la première fois. Après refroidissement, on reprend par l'eau, comme il a été indiqué et on calcine une dernière fois jusqu'à obtention de cendres parfaitement blanches.

Le lavage du charbon a pour effet de dissoudre et d'enlever la partie soluble des cendres et notamment les chlorures. On ne risque pas ainsi d'en perdre par volatilisation et la calcination peut être conduite plus rapidement. Le filtre sur lequel

ont été décantées les eaux de lavage est brûlé après dessiccation. On obtient ainsi des cendres très blanches, auxquelles on réunit les eaux de lavage. » (Monvoisin).

L'incinération terminée, on procède au dosage du chlorure.

Pour le dosage du chlore seul, on utilise les cendres... obtenues dans l'opération précédente.

Celles-ci sont reprises par l'eau azotique au dixième : le liquide, neutralisé à l'aide de carbonate de calcium exempt de chlorures, et additionné de chromate de potassium comme indicateur, sert au dosage du chlore au moyen d'une solution titrée de nitrate d'argent. La quantité de chlore, multipliée par

$$\frac{58,5}{35,5} = 1,65,$$
 donne le poids correspondant de chlorure de sodium.

Résultats. — Les expériences ont porté sur 14 fromages moisis, prélevés à des époques diverses de l'année. Comme certains fromages sont livrés frais, 4 fromages dont l'égouttage venait de se terminer, ont aussi été analysés, car il nous a semblé intéressant de comparer les teneurs en eau et en chlorure de sodium à ces deux moments.

La matière grasse n'a été dosée que pour un fromage sur deux.

Les résultats sont exprimés dans le tableau suivant. La matière sèche et l'eau sont exprimées pour 100 du poids total. La matière grasse et le chlorure de sodium pour 100 de la matière sèche.

Cet ensemble de résultats nous montre que :

1° La quantité d'eau est d'environ les deux tiers du poids total : elle diminue légèrement par dessiccation du fromage, après l'égouttage.

2° Malgré le léger écrémage pratiqué, les fromages obtenus contiennent encore suffisamment de matière grasse pour être rangés dans la catégorie des fromages gras, puisque les camemberts, par exemple, pour avoir droit à ce titre, doivent

TABLEAU IV

N ^{os}	Matière sèche	Eau	Matière grasse	Chlorure de sodium
1	33,65	66,35	40,8	11,36
2	33,11	66,89	»	10,9
3	33,44	66,56	42	11,47
4	32,75	67,25	»	11,44
5	33,92	66,08	43,64	11,58
6	34,02	65,98	»	11,66
7	33,98	66,02	45,03	11,88
8	34,15	65,85	»	11,30
9	31,15	68,85	36,94	10,97
10	32,63	68,37	»	11,25
11	33,5	66,5	38,88	12,17
12	33,46	66,54	»	12,01
13	33,66	66,34	41,07	10,13
14	33,43	66,57	»	10,81
Moyenne	33,34	66,66	40,7	11,36
15	29,65	70,35	36,44	11,91
16	29,14	70,86	»	13,42
17	30,77	69,23	41,6	12,6
18	31,04	68,96	»	10,95
Moyenne	30,15	69,85	»	12,22

renfermer un minimum de matière grasse de 35 % de la matière sèche, et que la moyenne de nos chiffres nous donne 40,7 %.

3° La quantité de chlorure de sodium qui reste dans la pâte après égouttage est forte, suffisamment forte pour modifier la flore du fromage et la marche de la maturation.

Flore superficielle

Nous avons fait, au sujet de la flore superficielle du fromage de Saint-Benoît, un certain nombre d'observations qu'il nous a paru intéressant de signaler.

Dans ses grandes lignes, la constitution de cette flore est semblable à celle des fromages similaires ; mais, cependant, les conditions de fabrication influent notablement sur l'évolution des divers champignons, ainsi que nous avons pu le constater.

Pour l'isolement des champignons superficiels, nous avons utilisé la formule suivante de gélose sucrée :

;	Eau de source	1.000 cm ³
	Glucose massé de Chanut	20 gr.
	Peptone granulée de Chassaing	10 »
	Gélose	18 »

et dont la préparation est indiquée en détail dans le livre de Langeron, *Microscopie*.

Les champignons poussent très bien sur ce milieu et l'aspect des cultures varie beaucoup avec l'espèce et même la variété cultivée, ce qui rend facile l'isolement, après un ou deux repiquages.

Voici les constatations que nous avons faites :

Oïdium Lactis

Le thalle est irrégulièrement cloisonné, la longueur des articles diminuant à mesure que l'on se rapproche des extrémités. Chaque filament se ramifie en branches latérales naissant au-dessus d'une cloison et ne se développant

le plus souvent que d'un même côté de l'axe ; les oïdies ne se forment que lorsque l'accroissement du thalle est terminé. Le mycélium se fragmente et, dans les cultures âgées, on ne distingue plus que des hyphes mélangées d'un assez grand nombre d'oïdies mycéliennes. Ces corpuscules sont très variés de formes et de dimensions, parfois rectangulaires, parfois cubiques et même sphériques ; l'aspect varie avec la nature du milieu nutritif.

(D'après Fresenius.)

Ce champignon résiste mal au salage. Or, les fromages que nous avons examinés sont assez fortement salés, l'oïdium doit donc y être assez rare. C'est ce que nous avons constaté sur un fromage, à la fin de l'égouttage.

Une goutte du sérum du dernier jour, diluée dans un centimètre cube d'eau stérile, futensemencée, à raison d'une goutte de liquide pour un tube de gélose, lequel fut versé dans une boîte de Petri.

Sur 170 colonies comptées sur la gélose, 5 seulement étaient de l'oïdium. La presque totalité des autres étaient des levures.

Penicillium Glaucum

Forme un mycélium épais, velouté ; émet des hyphes de dimensions variables alternantes : tantôt hautes et dressées, tantôt courtes ou inclinées. Les conidiophores sont irrégulièrement verticillés. Ils se terminent par des phialides de 9-11 μ de long sur 2-5 μ de large, portant chacun une assez longue chaîne de conidies d'un vert bleuâtre, sphériques, mesurant 4-5 μ de diamètre.

(D'après Thom.)

Nous avons isolé quatre variétés de ce *Penicillium*, différant surtout par l'aspect et la teinte des cultures. Toutes sont à végétations dressées. Ce sont des variétés de *P. Glaucum* vulgaire.

Penicillium Album

Donne un mycélium blanc, quelquefois blanc-jaunâtre, prenant au bout de 5-6 jours une légère coloration d'un vert bleuâtre. Les hyphes sont élevées, peu ramifiées. Il y a généralement une seule branche latérale sur la branche principale.

Les stérigmates, peu nombreux et portant de longues chaînes de conidies qui divergent mollement, mesurent 8-10 μ de long sur 2-4 μ de large; les conidies, d'abord cylindriques, puis elliptiques, deviennent sphériques à leur maturité et mesurent 4,5 à 5,5 μ de diamètre.

(D'après Thom.)

Nous avons isolé ce penicillium de la croûte moisie du fromage de Saint-Benoît.

Ces deux espèces constituent à l'heure actuelle la flore macroscopiquement visible du fromage de Saint-Benoît livré au commerce.

La proportion relative dans laquelle ils se trouvent dépend des conditions de fabrication et influence la valeur du produit.

Les fromages bien réussis, ceux dont la vente est facile, sont recouverts de *Penicillium Album* surtout et restent blancs longtemps, puis prennent une teinte bleutée. Les autres, envahis par le *Penicillium Glaucum*, ont un aspect moins agréable et deviennent rapidement verts ou même noirâtres. Entre ces deux types existent évidemment tous les intermédiaires.

AMÉLIORATIONS POSSIBLES

La lecture et la méditation de ces quelques résultats nous amènent tout naturellement à penser que la technique actuelle de fabrication est éminemment perfectible. Toutes les opérations sont menées avec assez peu de souci de respecter les constantes fondamentales de la fabrication, lesquelles se trouvent alors fixées au petit bonheur, avec une approximation plus ou moins forte, suivant les jours. C'est l'empirisme le plus complet. Le résultat ne se fait pas attendre et de nombreux accidents viennent troubler la marche normale des phénomènes. Pour lutter contre ces accidents, un salage fort intervient, mais qui n'est pas sans inconvénients.

De nombreuses améliorations pourraient donc être apportées, en principe; mais il faut qu'elles soient simples pour

être applicables, car les fabricants n'ont pas la possibilité de se livrer à des opérations compliquées, ce qui restreint considérablement le nombre des améliorations à introduire dans la fabrication.

1. — **Température**

D'après ce que nous avons vu, elle est très variable. La température de la salle d'égouttage est difficilement réglable, car sa régulation nécessiterait une installation coûteuse.

Au contraire, le réglage de la température du lait à emprésurer ne réclame qu'un thermomètre, dont la manœuvre est excessivement simple et la lecture à la portée de tous. Cette température devrait être réglée aux environs de 30 degrés, ou mieux, légèrement en-dessous, à 28, par exemple, pour la raison suivante : le lait contient toujours des microbes nuisibles et il a été constaté que les accidents causés par ces microbes étaient d'autant plus graves que la température était plus élevée, sans toutefois dépasser la limite optimum de croissance de ces germes.

2. — **Présure**

Il y aurait intérêt à employer une présure de titre connu, afin de pouvoir en régler la quantité avec précision, suivant le volume de lait traité. Une observation très simple, ou, mieux, plusieurs observations dont on ferait la moyenne, permettraient de se rendre compte de la proportion de présure à employer pour obtenir la coagulation dans le temps optimum.

3. — **Acidité**

Nous avons vu le rôle important et multiple joué par l'acidité du lait. Une condition essentielle de la bonne marche de la fabrication est le réglage de cette variable. Or, c'est peut-être là le point le plus délicat, si l'on considère une fabrication

familiale. Il devient impossible dans ce cas de fixer cette acidité par un chiffre précis, car un dosage d'acidité est une opération beaucoup trop compliquée pour un cultivateur, qui n'a pas reçu l'éducation technique nécessaire.

En ce qui concerne le fromage de Saint-Benoît, les déterminations que nous avons pu faire nous ont montré que l'acidité du lait au moment de l'emprésurage était toujours élevée. Ce fait indique certainement la contamination du lait, et, pour éviter cette trop forte acidité, il y aurait lieu de recourir à toutes les mesures préconisées pour éviter l'ensemencement du lait et la multiplication des germes. Ce sujet, qui fait depuis longtemps déjà, l'objet des préoccupations de tous ceux qu'intéresse la question du lait, notamment des hygiénistes, et sur lequel on a beaucoup écrit, sans grand résultat, il faut bien le dire, est traité avec les développements nécessaires dans un grand nombre d'ouvrages ou de publications.

Nous n'en retiendrons que les indications susceptibles d'être appliquées au cas qui nous occupe et les précautions à prendre vis-à-vis des agents de contamination.

Ces précautions se rapportent :

1° *Au trayeur.* — Un grand nombre de germes sont apportés par le trayeur lui-même. Le mieux serait pour lui de revêtir un costume spécial, combinaison ou blouse, en toile, et de se coiffer d'une calotte en toile blanche, tous accessoires facilement lavables. Avant de commencer la traite, le trayeur devra se laver et brosser soigneusement les mains, à l'eau et au savon.

2° *A la vache.* — La mamelle et les trayons, ainsi que le flanc droit, côté où se place le trayeur, devront être tenus dans un état de grande propreté. Leur lavage à l'eau et au savon, préconisé avec raison avant chaque traite, peut paraître une exigence excessive, pour une petite exploitation, à cause du travail supplémentaire qu'il impose. Mais ce lavage peut, sans

dérangement trop considérable, être effectué au moins une fois par jour, le matin.

3° *A la traite.* — « L'enlèvement des fumiers devra être terminé au moins une heure avant que commence la traite, pratiquée à l'étable. En beaucoup d'exploitations, on distribue du fourrage aux animaux au moment de la traite, pour qu'ils se tiennent tranquilles. Cette façon de procéder met en suspension dans l'étable de grandes quantités de poussières qui retombent dans le lait et le souillent : elle doit être abandonnée. Les animaux habitués à ne pas avoir de distribution d'aliments au moment de la mulsion ne s'agitent pas et laissent faire la traite dans de bonnes conditions ». Il est bon, pendant la traite, de fixer la queue de l'animal à sa jambe gauche. « La traite sera faite à sec, et le trayeur ne plongera pas périodiquement ses doigts dans le lait pour faciliter le glissement du trayon ». Les trois ou quatre premiers jets de lait de chaque trayon seront tirés dans un récipient spécial.

4° *Aux récipients.* — Les observations de Freudenreich montrent que les récipients métalliques, faciles à nettoyer, sont les seuls à employer. Le facteur principal de la contamination des laits est l'usage d'ustensiles non stérilisés. Le nettoyage des récipients sera effectué immédiatement après leur emploi, car les germes pulluleraient abondamment dans la petite quantité de lait restée sur les parois. Le nettoyage des récipients comprendra plusieurs rinçages successifs pour éliminer le plus possible de germes ». Le dernier rinçage pourra avantageusement être fait à l'eau bouillante. « L'avantage des seaux à étroite ouverture est nettement établi ». (Monvoisin). Sitôt la traite terminée, le lait devra être refroidi. On utilisera pour cela l'immersion du récipient qui le contient dans un autre plus vaste contenant de l'eau aussi froide que possible.

L'application de ces quelques règles rendrait plus sûre la bonne conservation du lait et donnerait par suite des produits

meilleurs et plus constants, tout en raréfiant les accidents de fabrication.

Moisissures superficielles

Au point de vue commercial, les fromages recouverts de moisissure blanche sont mieux prisés que les autres. Il faudra donc faire pousser ces moisissures plutôt que les autres espèces. Deux d'entre elles donnent au fromage frais l'aspect désiré ; ce sont *P. Album* et *P. Candidum*. Alors que le premier ne reste blanc qu'un temps assez court et prend vite une coloration bleutée, due à la sporulation, le second reste blanc et donne à la surface du fromage un aspect neigeux tout à fait agréable. C'est donc la culture de ce dernier qu'il faut encourager. Mais si *P. Album* pousse spontanément, il n'en est pas de même de *P. Candidum*, qui doit êtreensemencé.

L'opération est tout à fait imple : au moment du salage, on pulvérise, à l'aide d'un vaporisateur approprié, une émulsion de spores de *P. Candidum* dans l'eau, sur les deux faces du fromage.

On place ensuite le fromage au haloir, comme de coutume. Pour obtenir des résultats irréprochables, il est bon de procéder auparavant à une désinfection soignée de la laiterie, des égouttoirs et séchoirs, etc..., afin de détruire les spores de *P. Glaucum* qui sont répandues partout. Cette désinfection peut être obtenue par l'emploi de sulfate de cuivre, de sulfate de fer à 5 %. Cette intervention devra être répétée de temps à autre, car il est très difficile de se débarrasser complètement des moisissures nuisibles.

Des résultats satisfaisants, quoique moins complets, peuvent être obtenus avec une désinfection sommaire et en utilisant seulement la vaporisation du fromage. La quantité de spores de *P. Candidum* ainsi apportée est considérable et cette végétation étouffe la végétation nuisible. Un essai tenté avec du

P. Candidum qui nous avait été gracieusement fourni par Monsieur Mazé, nous a donné des résultats dignes d'être utilisés en pratique. Le prix de ces moisissures, fournies par l'Institut Pasteur, est assez bas et la quantité employée assez faible pour que l'opération ne s'accompagne que d'une dépense insignifiante, surtout en regard de l'amélioration que le produit subit au point de vue de sa valeur marchande.

CONCLUSIONS

De l'étude précédente, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

I. — L'industrie fromagère de Saint-Benoît est récente et son importance ne cesse de s'accroître.

II. — Il résulte des travaux exécutés en fromagerie que toute la vie du fromage dépend du début des opérations, lequel est réglé par trois facteurs :

1° La température d'emprésurage ;

2° La quantité de présure ;

3° L'acidité du lait.

III. — Les procédés de fabrication actuellement en usage à Saint-Benoît ne tiennent pas compte de ces facteurs et sont entièrement empiriques ; aussi les résultats ne sont pas toujours tels qu'on pourrait les espérer.

IV. — Le produit obtenu :

1° Est un fromage gras, puisque la moyenne de matière grasse qu'il contient est de 40 % environ du poids de la matière sèche ;

2° Est un produit trop salé, le salage fort intervenant pour éviter les accidents qui seraient provoqués par le manque de soins dans la récolte du lait ;

3° Possède une flore superficielle variable avec les conditions de fabrication, mais assez souvent défectueuse.

V. — Des améliorations simples peuvent être apportées :

1° En réglant la température d'emprésurage du lait à l'aide d'un thermomètre ;

- 2° En employant une présure de force connue ;
- 3° En agissant sur l'acidité par les précautions apportées dans la récolte et la conservation du lait ;
- 4° En commandant la flore superficielle par ensemencement des fromages avec le *Penicillium Candidum*.

Vu : le Doyen,
H. ROGER.

Vu : le Président de la thèse,
DESGREZ.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,

Pour le Recteur :
L'Inspecteur d'Académie,
A. MAURELLET.

BIBLIOGRAPHIE

- M. BEAU et Ch. BOURGAIN. — L'Industrie fromagère (J.-B. Baillière et Fils, Paris, 1926).
- GRÉLOT. — Sur l'emploi du sublimé comme agent conservateur du lait destiné à l'analyse (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1907, T. 1, pp. 423-428).
- GROSSFELD. — La détermination de la graisse dans le fromage (*Pharm. Weekbl*, N° 39, 29 septembre 1923).
Dosage de la matière grasse dans les fromages (*Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungsmittel*, T. XLVII, N°s 1-2, pp. 53-60, janvier-février 1924). (Analyse dans *Le Lait*, 1925, pp. 73 et 742).
- ORLA JENSEN. — L'état actuel de la question de la maturation des fromages (*Le Lait*, 1921, p. 493).
- LANGLAIS. — Contribution à l'étude de la flore fromagère (Thèse Pharmacie, Paris, 1911).
- LANGERON. — Précis de Microscopie (4^e édition, Masson et Cie, Paris, 1925).
- MAZÉ. — Technique fromagère théorique et pratique (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1910).
- MONVOISIN. — Le lait et les produits dérivés (3^e édition, Vigot frères, Paris, 1925).
-

TABLE METHODIQUE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	9
HISTORIQUE	12
PARTIE TECHNIQUE	16
Technique actuelle	16
Mise au point de la question.....	18
Coagulation du lait et égouttage du caillé.....	18
Influence de la présure.....	19
Influence de l'acidité.....	20
Influence de la température.....	21
Evolution des ferments.....	22
Application au fromage de Saint-Benoît.....	24
Température	24
Emprésurage	25
Acidité	25
Produit obtenu	31
Aspect macroscopique	31
Analyse physico-chimique	32
Techniques employées	32
Résultats	35
Flore superficielle	37
Améliorations possibles	39
Relatives à la température.....	40
— la présure	40
— l'acidité	40
— la flore superficielle.....	43
CONCLUSIONS	45
BIBLIOGRAPHIE	47
Table méthodique des matières.....	48



